



Силабус освітнього компонента
Програма навчальної дисципліни



Фізико-хімічні методи очистки стічних вод

Шифр та назва спеціальності

Інститут

ННІ Механічної інженерії і транспорту

Спеціалізація

-

Кафедра

Хімічна техніка та промислова екологія (154)

Освітня програма

Тип дисципліни

Вибіркова

Рівень освіти

Другий (магістерський)

Форма навчання

Денна, заочна

Семестр

Мова викладання

Українська

Викладачі, розробники



Босюк Альона Сергіївна

Alona.Bosiuk@mit.khpi.edu.ua

Ph.D, старший викладач кафедри хімічної техніки та промислової екології НТУ "ХПІ"

Досвід педагогічної роботи – 2 роки. Автор та співавтор понад 20 наукових та навчально-методичних праць. Провідний лектор з дисциплін: «Метеорологія і кліматологія», "Екологія водойм".

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

Загальна інформація

Анотація

Дисципліна спрямована на формування у студентів комплексу теоретичних та прикладних знань щодо фізико-хімічних методів очищення стічних вод, що дозволить їм професійно вирішувати завдання з очищення води від колоїдних та інших забруднювачів. У процесі навчання студенти ознайомляться з основними принципами та механізмами дії таких методів, як коагуляція, флокуляція, сорбція, іонний обмін та інші.

Мета та цілі дисципліни

Дисципліна спрямована на формування у студентів комплексу теоретичних та прикладних знань щодо сучасних фізико-хімічних методів очищення стічних вод та розуміння тенденцій створення інновацій у сфері фізико-хімічних методів очищення води, а також оволодіння знаннями про сучасне обладнання, що використовується для очищення стічних вод від колоїдних та інших забруднювачів.

Формат занять

Лекції, практичні заняття, консультації. Індивідуальне завдання у вигляді розрахункового завдання. Підсумковий контроль - залік.

Компетентності

Глибоке розуміння фундаментальних принципів фізико-хімічних методів очистки води. Здатність розробляти та впроваджувати практичні методики для оцінки ефективності фізико-хімічних методів очистки стічних вод, проводити аналіз екологічних впливів використання різних методів очистки води та розробляти стратегії зменшення негативного впливу на довкілля.

Результати навчання

Розуміти та застосовувати фізико-хімічні методи для очищення стічних вод, проводити оцінку та вибір оптимальних методів очищення залежно від типу забруднювачів, проектувати та впроваджувати системи очищення стічних вод, здійснювати контроль якості очищеної води відповідно до екологічних стандартів.

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни: 120 годин (4 кредити ECTS): лекції – 32 год, практичні заняття – 16 год, самостійна робота – 72 год.

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Для успішного опанування дисципліни здобувач повинен мати підготовку рівня бакалавра, сформовані загальні навчальні компетентності (здатність до навчання, критичне мислення, робота з інформацією, самоорганізація) та базові професійні знання зі спеціальності.

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Лекції проводяться у інтерактивному режимі спілкування зі студентами та з використанням мультимедійних технологій. На практичних заняттях застосовується метод репродуктивного навчання, направлений на узгодження теоретичних аспектів курсу з практичними та передбачає інженерні і екологічні розрахунки. При виконанні індивідуального завдання використовується спонукальний метод навчання з організацією самостійної діяльності студентів щодо здатності аналізувати екологічні системи та використовувати методи системного аналізу в цілому.

Програма навчальної дисципліни

Навчальні заняття

Лекції

Теми лекцій	Кількість годин
Тема 1. Поняття про фізико-хімічні методи очищення. Склад і властивості стічних вод. Вступ до методів очищення, аналіз складу стічних вод та їх фізико-хімічних характеристик.	2
Тема 2. Класифікація та загальна характеристика методів очистки стічних вод. Огляд і систематизація методів очищення (механічні, хімічні, фізичні, біологічні).	2

Тема 3. Реагентні методи очищення води. Теоретичні основи коагуляції та флокуляції. Принципи реагентного очищення, механізми коагуляції та флокуляції для видалення забруднень.	2
Тема 4. Типи та властивості коагулянтів та флокулянтів. Характеристики та класифікація коагулянтів і флокулянтів, їх роль у процесі очищення.	2
Тема 5. Фактори, що впливають на ефективність коагуляції та флокуляції. Аналіз умов (рН, дозування, температура), що впливають на ефективність реагентних методів.	2
Тема 6. Адсорбційні методи очищення стічних вод. Застосування адсорбентів (активоване вугілля, цеоліти) для видалення органічних і неорганічних забруднень.	2
Тема 7. Механічні методи очищення стічних вод. Фільтрація, осадження, сепарація для видалення твердих часток.	2
Тема 8. Основи фізичних методів очищення. Принципи фізичних процесів (випарювання, мембранна фільтрація) для очищення води.	2
Тема 9. Електрохімічні та хімічні методи очищення. Використання електролізу, окиснення та інших хімічних реакцій для обробки стічних вод.	2
Тема 10. Аерація та флоатація. Застосування аерації для насичення киснем і флоатації для видалення зважених часток.	2
Тема 11. Фізико-хімічні методи знезараження води. Методи дезінфекції (хлорування, озонування, УФ-опромінення) для знищення патогенів.	2
Тема 12. Іонний обмін. Використання іонообмінних смол для видалення іонів і солей із стічних вод.	2
Тема 13. Комплексні методи очищення стічних вод. Комбінація кількох методів для підвищення ефективності очищення.	2
Тема 14. Утилізація та знешкодження осадів очищення стічних вод. Технології обробки, утилізації та безпечного видалення осадів.	3
Тема 15. Екологічні аспекти фізико-хімічних методів очищення. Вплив методів очищення на довкілля, оцінка їх сталості та екологічної безпеки.	3
Загальна кількість годин	32

Практичні заняття

Теми практичних занять	Кількість годин	Вагові коефіцієнти <i>b</i>
Тема 1. Характеристика якості води. Аналіз фізико-хімічних параметрів води (рН, каламутність, забруднення) для оцінки її якості та відповідності нормативам.	3	0,2

Тема 2. Освітлення та знебарвлення природних та стічних вод. Експериментальне застосування коагулянтів і адсорбентів для видалення каламутності та органічних забруднень.	2	0,1
Тема 3. Визначення необхідного ступеня очищення стічних вод. Розрахунок рівня очищення стічних вод залежно від їх складу та нормативних вимог.	2	0,1
Тема 4. Визначення ефективності коагулянтів в процесах очищення вод. Тестування дії коагулянтів для видалення зважених часток та оцінка їх ефективності.	2	0,1
Тема 5. Розрахунки параметрів осаду стічних вод. Визначення характеристик осаду (об'єм, вологість) для його утилізації чи знешкодження.	2	0,1
Тема 6. Споруди механічного очищення стічних вод. Решітки. Пісколовки. Первинні відстійники. Вивчення конструкцій і принципів роботи споруд для механічного очищення води.	2	0,2
Тема 7. Розрахунки первинних відстійників. Розрахунок параметрів відстійників (розміри, продуктивність) для ефективного осадження забруднень.	3	0,2
Загальна кількість годин	16	$\sum_{i=1}^n b_i = 1$

Лабораторні заняття

Лабораторні роботи в рамках дисципліни не передбачені

Контрольні роботи

Одна підсумкова контрольна робота, яка охоплює теоретичні та практичні питання курсу та проходить у формі тестування за допомогою ресурсу Forms на платформі Office 365

Теми контрольних робіт

Вагові
коефіцієнти a

Контрольна робота

1

Загальна кількість годин

$\sum_{i=1}^n a_i = 1$

Самостійна робота

Курс передбачає самостійне опрацювання теоретичного матеріалу та виконання індивідуального завдання у вигляді розрахункового завдання, яке полягає у розробці проєкту очищення стічних вод для обраного об'єкта (наприклад, промислового підприємства, комунальної системи чи природної водойми). Студенти аналізують склад стічних вод, оцінюють їх фізико-хімічні характеристики, визначають забруднювачі та пропонують оптимальні методи очищення (коагуляція, флокуляція, сорбція, іонний обмін тощо). Завдання включає обґрунтування вибору методу очищення, розрахунок необхідних реагентів і обладнання, оцінку екологічних ризиків і розробку плану управління процесом очищення з

урахуванням нормативно-правової бази України та міжнародних стандартів. Результати оформлюються у вигляді письмового звіту та обговорюються під час практичних занять.

Опрацювання теоретичного матеріалу

Теми для самостійного вивчення	Кількість годин
Тема 1. Мембранні технології в очищенні стічних вод. Вивчення принципів роботи мембранних методів (ультрафільтрація, зворотний осмос, нанофільтрація) для видалення забруднень зі стічних вод, їх переваги та обмеження.	5
Тема 2. Озонування як метод знезараження та окиснення забруднень. Аналіз використання озону для дезінфекції та розкладання органічних і неорганічних забруднювачів у стічних водах, включаючи хімічні механізми.	5
Тема 3. Застосування нанотехнологій у фізико-хімічному очищенні води. Дослідження використання наноматеріалів (наприклад, наночастинок оксидів металів) для адсорбції та каталітичного очищення стічних вод.	5
Тема 4. Оптимізація дозування реагентів для коагуляції та флокуляції. Вивчення методів визначення оптимальних доз коагулянтів і флокулянтів для підвищення ефективності очищення залежно від складу стічних вод.	5
Тема 5. Електрокоагуляція для видалення важких металів. Аналіз електрохімічного методу очищення, його механізмів, ефективності для видалення важких металів і порівняння з традиційними методами.	5
Тема 6. Використання біoadсорбентів для очищення стічних вод. Дослідження природних і біотехнологічних адсорбентів (наприклад, активоване вугілля з біомаси) для видалення органічних забруднень.	5
Тема 7. Фотокаталітичні методи очищення стічних вод. Використання фотокаталізу (наприклад, TiO_2 під УФ-випромінюванням) для розкладання органічних забруднювачів у стічних водах.	5
Тема 8. Технології повторного використання очищених стічних вод. Аналіз методів і стандартів для повторного використання очищених стічних вод у промислових, сільськогосподарських чи побутових цілях.	5
Тема 9. Вплив температури та рН на ефективність іонного обміну. Дослідження впливу зовнішніх умов (рН, температура) на ефективність іонообмінних смол при очищенні стічних вод від солей та іонів.	5
Тема 10. Екологічна оцінка відходів фізико-хімічного очищення. Аналіз впливу осадів і відходів, що утворюються під час фізико-хімічного очищення, на довкілля та розробка методів їх утилізації.	5
Загальна кількість годин	50

Тематика індивідуальних завдань

Індивідуальне завдання з курсу виконується у письмовій формі у вигляді розрахункової роботи, яка передбачає обґрунтування актуальності обраної теми, аналіз складу та характеристик стічних вод обраного об'єкта (наприклад, промислового підприємства, муніципальної каналізації чи природної водойми), розробку пропозицій щодо впровадження чи вдосконалення системи очищення з використанням фізико-хімічних методів (коагуляція, флокуляція, адсорбція, іонний обмін тощо), а також оцінку екологічної та соціальної ефективності запропонованих заходів. Завдання оформлюється у вигляді звіту, що має включати титульну

сторінку, зміст, основну частину (з розрахунками, схемами або графіками), висновки та список використаних джерел. Орієнтовний обсяг роботи – 10–15 сторінок друкованого тексту (формат А4, шрифт Times New Roman 14, міжрядковий інтервал 1,5). Робота подається в електронному вигляді, за потреби додаються розрахункові файли (Excel, Mathcad тощо).
Строк виконання передбачено протягом семестру.

Теми індивідуального завдання

Тема 1. Розробка проекту системи очищення стічних вод для промислового або комунального об'єкта з використанням фізико-хімічних методів.

Загальна кількість годин

22

Неформальна освіта

Рекомендовані в силабусі елементи неформальної освіти можуть бути зараховані за спрощеною процедурою без додаткової валідації результатів (створення предметної комісії). Успішне проходження онлайн курсу "Advanced Diploma in Wastewater Treatment and Recycling" може бути зараховано замість практичної роботи №1 з максимальною оцінкою. Публікація (тези доповідей на конференції, стаття у фаховому виданні, монографія тощо), тематика якої безпосередньо відповідає змісту практичної роботи, може бути зарахована як виконання відповідного виду навчальної діяльності з виставленням максимальної оцінки.

Рекомендовані курси, тренінги, стажування

1. Онлайн-курс "Advanced Diploma in Wastewater Treatment and Recycling"
<https://alison.com/topic/learn/91342/course-introduction>

Література, навчальні матеріали та інформаційні ресурси

Основна література

1. Навчально-методичний посібник «Технології захисту водного середовища» для спеціальностей 101 "Екологія", 183 «Технології захисту навколишнього середовища» всіх форм навчання / Полтава: НУ «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», Миколаїв: Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова. 2022. – 306 с.
<https://surl.li/fkznyi>
2. Герасимов О.І. Теоретичні основи технологій захисту навколишнього середовища: навчальний посіб. / Одеськ. держ. екол. ун-т. Одеса: ТЕС, 2018. 228 с.
<https://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi73/0054286.pdf>
3. Степова О.В., д.т.н., професор Навчальний посібник з дисципліни «Технології захисту довкілля», рівень вищої освіти - "магістр", спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища», модуль 2: ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД. Полтава: Видання НУПП імені Юрія Кондратюка, 2023. 205 с.
<https://reposit.nupp.edu.ua/bitstream/PoltNTU/13631/1/%D0%9F%D0%BE%D1%81%D1%96%D0%B1%D0%BD%D0%B8%D0%BA-%D0%A1%D0%92.pdf>
4. Технологія питної води та водопідготовки харчових виробництв [Електронний ресурс] : наук.- допом. бібліогр. покажч. / [упоряд. О. В. Олабоді] ; Нац. ун-т харч. технол., Наук.-техн. б-ка. – Київ, 2021. – 191 с. <https://dspace.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/5c90daad-8c91-4ebf-8797-94139fecb1ab/content>
5. О.М. Касімов, Айрапетян Т. С. Конспект лекцій з дисципліни «Зворотні і безстічні системи водопостачання промислових підприємств» (для студентів освітнього рівня «магістр»),

спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія, спеціалізація (освітня програма) «Рациональне використання і охорона водних ресурсів») / О. М. Касімов, Т. С. Айрапетян ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. – 150 с. <https://core.ac.uk/download/pdf/132273063.pdf>

6. Саблій Л.А. Фізико-хімічне та біологічне очищення висококонцентрованих стічних вод: Монографія. - Рівне: НУВГП, 2013. - 291 с. <https://ep3.nuwm.edu.ua/1703/1/731661%20zah.pdf>

Додаткова література

1. Методичні вказівки "Визначення умов скиду стічних вод виробництва у водотоки" до практичних занять та самостійної роботи з курсів "Екологія", "Промислова екологія", "Техноекологія" / уклад.: Т. Б. Новожилова, Д. І. Нечипоренко, О. С. Махоніна ; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". – Харків : ФОП Панов А. М., 2023. – 64 с.

<https://repository.kpi.kharkov.ua/items/c3ddc7b0-10ef-4041-af4c-8b269334ed9c>

2. Методичні вказівки до практичного заняття "Вплив хімічного складу питної води на органолептичні та смакові якості напоїв" з курсу "Гідрологія" : для студентів спец. 101 "Екологія", 183 "Технології захисту навколишнього середовища" усіх форм навчання / уклад.: Т. С. Тихомирова, О. В. Шестопапов, О. С. Махоніна ; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". – Харків : ФОП Панов А. М., 2023. – 32 с.

<https://repository.kpi.kharkov.ua/entities/publication/bac07528-7ac9-4321-b419-680967bd6a54>

3. Розрахунок умов скидання забруднюючих речовин при водовідведенні до водотоків : методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Промислова екологія» / укладач : С. О. Кисельова ; кафедра охорони праці та навколишнього середовища. - Харків : УкрДУЗТ, 2021. - 35 с. <https://surli.cc/mvdixb>

Інформаційні ресурси

1. ЗІКО. https://ziko.com.ua/fizyko-khimichni-metody-ochyshchennia-stichnykh-vod/?srsltid=AfmBOopyidkn06cu4CBI9h2uaCgdUBSW2WF-aurV_JMNXlnsTm-KXX8C

Система оцінювання

Підсумкова оцінка з освітнього компонента визначається відповідальним лектором за темами, видами занять, тощо у відповідності до силабусу і є інтегральною оцінкою результатів усіх вид навчальної діяльності здобувача вищої освіти. Підсумкова оцінка повинна відображати всі оцінки за складовими навчального процесу з урахуванням їх вагових показників k :

Поточний контроль (практичні, семінарські, лабораторні заняття), k_1	Контрольні роботи (за наявності), k_2	Індивідуальне завдання (за наявності), k_3	Підсумковий контроль (для ОК з іспитом), k_4
0,35	0,35	0,3	0

Сума коефіцієнтів повинна складати одиницю: $k_1 + k_2 + k_3 + k_4 = 1$. Підбір вагових коефіцієнтів підсумкової оцінки здійснює розробник курсу.

Розрахунок підсумкової оцінки проводиться за формулою:

$$O = П \cdot k_1 + K \cdot k_2 + I \cdot k_3 + Пк \cdot k_4$$

де: $П$ – середньозважена середня оцінка за поточний контроль
 I – оцінка за виконання індивідуального завдання
 K – середньозважена оцінка за контрольні роботи
 $Пк$ – оцінка за підсумковий контроль

$$K = \frac{K_1 \cdot a_1 + \dots + K_n \cdot a_n}{\sum_{i=1}^n a_i}$$

де: a_i - ваговий коефіцієнт за кожну контрольну роботу.

$$П = \frac{П_1 \cdot b_1 + П_2 \cdot b_2 + \dots + П_n \cdot b_n}{\sum_{i=1}^n b_i}$$

де: b_i - ваговий коефіцієнт за кожне практичне (семінарське) або лабораторне заняття.

Поточні оцінки за кожну складову ($П, K, I, \dots$) виставляються за 100-бальною шкалою згідно з [положенням «Про критерії та систему оцінювання знань та вмінь і про рейтинг здобувачів вищої освіти» НТУ «ХП»](#).

Підсумкова оцінка виставляється відповідно до розрахованої O з округленням до найближчого цілого числа в більшу сторону.

Шкала оцінювання

Сума балів	Національна оцінка	ECTS
90–100	Відмінно	A
82–89	Добре	B
75–81	Добре	C
64–74	Задовільно	D
60–63	Задовільно	E
35–59	Незадовільно (потрібне додаткове вивчення)	FX
1–34	Незадовільно (потрібне повторне вивчення)	F

Норми академічної етики і політика курсу

Здобувач вищої освіти повинен дотримуватися «Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності НТУ «ХП»: виявляти дисциплінованість, вихованість, доброзичливість, чесність, відповідальність. Конфліктні ситуації повинні відкрито обговорюватися в навчальних групах з викладачем, а при неможливості вирішення конфлікту – доводитися до відома співробітників дирекції інституту.

Нормативно-правове забезпечення впровадження принципів академічної доброчесності НТУ «ХП» розміщено на сайті: <http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/akademichna-dobrochesnist/>

Погодження

Силабус погоджено

30.08.2025



Завідувач кафедри
Олексій ШЕСТОПАЛОВ